

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION CONCERNING
SUBMISSION OR TRANSMITTAL
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

ISHIHARA, Shoji
No.302, Wakai Bldg.
7-8, Higashi-Ikebukuro 3-chome
Toshima-ku, Tokyo 170-0013
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 17 March 2001 (17.03.01)	
Applicant's or agent's file reference 75866-P-PCT	IMPORTANT NOTIFICATION
International application No. PCT/JP01/00330	International filing date (day/month/year) 19 January 2001 (19.01.01)
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 26 January 2000 (26.01.00)
Applicant SHIN-ETSU HANDOTAI CO.,LTD. et al	

1. The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
 2. This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
 3. An asterisk(*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, **the attention of the applicant is directed** to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
 4. The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, **the attention of the applicant is directed** to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
- | <u>Priority date</u> | <u>Priority application No.</u> | <u>Country or regional Office
or PCT receiving Office</u> | <u>Date of receipt
of priority document</u> |
|-------------------------|---------------------------------|---|---|
| 26 Janu 2000 (26.01.00) | 2000/17479 | JP | 09 Marc 2001 (09.03.01) |

The International Bureau of WIPO 34, chemin des C. Iombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Authorized officer Marc Salzman Telephone No. (41-22) 338.83.38
---	---

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF RECEIPT OF
RECORD COPY

(PCT Rule 24.2(a))

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

ISHIHARA, Shoji
No.302, Wakai Bldg.
7-8, Higashi-Ikebukuro 3-chome
Toshima-ku, Tokyo 170-0013
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 19 February 2001 (19.02.01)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference 75866-P-PCT	International application No. PCT/JP01/00330

The applicant is hereby notified that the International Bureau has received the record copy of the international application as detailed below.

Name(s) of the applicant(s) and State(s) for which they are applicants:

SHIN-ETSU HANDOTAI CO.,LTD. (for all designated States except US)
TAKENO, Hiroshi (for US)

International filing date : 19 January 2001 (19.01.01)
Priority date(s) claimed : 26 January 2000 (26.01.00)
Date of receipt of the record copy
by the International Bureau : 05 February 2001 (05.02.01)
List of designated Offices :

EP : AT,BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR
National : JP,KR,US


ATTENTION

The applicant should carefully check the data appearing in this Notification. In case of any discrepancy between these data and the indications in the international application, the applicant should immediately inform the International Bureau.

In addition, the applicant's attention is drawn to the information contained in the Annex, relating to:

- ☒ time limits for entry into the national phase
☒ confirmation of precautionary designations
☒ requirements regarding priority documents

A copy of this Notification is being sent to the receiving Office and to the International Searching Authority.

<p>The International Bureau of WIPO 34, chemin des Châmbettes 1211 Geneva 20, Switzerland</p> <p>Facsimile No. (41-22) 740.14.35</p>	<p>Authorized officer:</p> <p>Y. KUWAHARA </p> <p>Telephone No. (41-22) 338.83.38</p>
--	--

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INFORMATION ON TIME LIMITS FOR ENTERING THE NATIONAL PHASE

The applicant is reminded that the "national phase" must be entered before each of the designated Offices indicated in the Notification of Receipt of Record Copy (Form PCT/IB/301) by paying national fees and furnishing translations, as prescribed by the applicable national laws.

The time limit for performing these procedural acts is **20 MONTHS** from the priority date or, for those designated States which the applicant elects in a demand for international preliminary examination or in a later election, **30 MONTHS** from the priority date, provided that the election is made before the expiration of 19 months from the priority date. Some designated (or elected) Offices have fixed time limits which expire even later than 20 or 30 months from the priority date. In other Offices an extension of time or grace period, in some cases upon payment of an additional fee, is available.

In addition to these procedural acts, the applicant may also have to comply with other special requirements applicable in certain Offices. **It is the applicant's responsibility** to ensure that the necessary steps to enter the national phase are taken in a timely fashion. Most designated Offices do not issue reminders to applicants in connection with the entry into the national phase.

For detailed information about the procedural acts to be performed to enter the national phase before each designated Office, the applicable time limits and possible extensions of time or grace periods, and any other requirements, see the relevant Chapters of Volume II of the PCT Applicant's Guide. Information about the requirements for filing a demand for international preliminary examination is set out in Chapter IX of Volume I of the PCT Applicant's Guide.

GR and ES became bound by PCT Chapter II on 7 September 1996 and 6 September 1997, respectively, and may, therefore, be elected in a demand or a later election filed on or after 7 September 1996 and 6 September 1997, respectively, regardless of the filing date of the international application. (See second paragraph above.)

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

CONFIRMATION OF PRECAUTIONARY DESIGNATIONS

This notification lists only specific designations made under Rule 4.9(a) in the request. It is important to check that these designations are correct. Errors in designations can be corrected where precautionary designations have been made under Rule 4.9(b). The applicant is hereby reminded that any precautionary designations may be confirmed according to Rule 4.9(c) before the expiration of 15 months from the priority date. If it is not confirmed, it will automatically be regarded as withdrawn by the applicant. There will be no reminder and no invitation. Confirmation of a designation consists of the filing of a notice specifying the designated State concerned (with an indication of the kind of protection or treatment desired) and the payment of the designation and confirmation fees. Confirmation must reach the receiving Office within the 15-month time limit.

REQUIREMENTS REGARDING PRIORITY DOCUMENTS

For applicants who have not yet complied with the requirements regarding priority documents, the following is recalled.

Where the priority of an earlier national, regional or international application is claimed, the applicant must submit a copy of the said earlier application, certified by the authority with which it was filed ("the priority document") to the receiving Office (which will transmit it to the International Bureau) or directly to the International Bureau, before the expiration of 16 months from the priority date, provided that any such priority document may still be submitted to the International Bureau before that date of international publication of the international application, in which case that document will be considered to have been received by the International Bureau on the last day of the 16-month time limit (Rule 17.1(a)).

Where the priority document is issued by the receiving Office, the applicant may, instead of submitting the priority document, request the receiving Office to prepare and transmit the priority document to the International Bureau. Such request must be made before the expiration of the 16-month time limit and may be subjected by the receiving Office to the payment of a fee (Rule 17.1(b)).

If the priority document concerned is not submitted to the International Bureau or if the request to the receiving Office to prepare and transmit the priority document has not been made (and the corresponding fee, if any, paid) within the applicable time limit indicated under the preceding paragraphs, any designated State may disregard the priority claim, provided that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.


Where several priorities are claimed, the priority date to be considered for the purposes of computing the 16-month time limit is the filing date of the earliest application whose priority is claimed.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

特許協力条約に基づく国際出願願書

75866-P-PCT

原本(出願用) - 印刷日時 2001年01月19日 (19.01.2001) 金曜日 11時41分18秒

0	受理官庁記入欄		
0-1	国際出願番号.	PCT/JP01/00330	
0-2	国際出願日		
0-3	(受付印)		
0-4	様式-PCT/RO/101		
0-4-1	この特許協力条約に基づく国際出願願書は、 右記によって作成された。	PCT-EASY Version 2.91 (updated 01.01.2001)	
0-5	申立て 出願人は、この国際出願が特許協力条約に従って処理されることを請求する。		
0-6	出願人によって指定された受理官庁	日本国特許庁 (RO/JP)	
0-7	出願人又は代理人の書類記号	75866-P-PCT	
I	発明の名称	シリコンエピタキシャルウェーハの製造方法	
II	出願人	出願人である (applicant only)	
II-1	この欄に記載した者は	米国を除くすべての指定国 (all designated States except US)	
II-2	右の指定国についての出願人である。	信越半導体株式会社	
II-4ja	名称	SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD.	
II-4en	Name	100-0005 日本国	
II-5ja	あて名:	東京都 千代田区	
II-5en	Address:	丸の内一丁目4番2号 4-2, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0005 Japan	
II-6	国籍(国名)	日本国 JP	
II-7	住所(国名)	日本国 JP	
II-8	電話番号	03-3214-1834	
II-9	ファクシミリ番号	03-3214-1883	

THIS PAGE BLANK (USPTO)

III-1	その他の出願人又は発明者	
III-1-1	この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-1-2	右の指定国についての出願人である。	米国のみ (US only)
III-1-4ja	氏名(姓名)	竹野 博
III-1-4en	Name (LAST, First)	TAKENO, Hiroshi
III-1-5ja	あて名:	379-0196 日本国 群馬県 安中市 磯部二丁目13番1号
III-1-5en	Address:	信越半導体株式会社 半導体磯部研究所内 c/o SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD., Isobe R&D Center, 13-1, Isobe 2-chome, Annaka-shi, Gunma 379-0196 Japan
III-1-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-1-7	住所(国名)	日本国 JP
IV-1	代理人又は共通の代表者、通知のあて名 下記の者は国際機関において右記のごとく出願人のために行動する。	代理人 (agent)
IV-1-1ja	氏名(姓名)	石原 詔二
IV-1-1en	Name (LAST, First)	ISHIHARA, Shoji
IV-1-2ja	あて名:	170-0013 日本国 東京都 豊島区 東池袋3丁目7番8号
IV-1-2en	Address:	若井ビル302号 No.302, Wakai Bldg., 7-8, Higashi-Ikebukuro 3-chome, Toshima-ku, Tokyo 170-0013 Japan
IV-1-3	電話番号	03-5951-0791
IV-1-4	ファクシミリ番号	03-5951-0792
IV-1-5	電子メール	info@ishipat.ne.jp
V	国の指定	
V-1	広域特許 (他の種類の保護又は取扱いを求める場合には括弧内に記載する。)	EP: AT BE CH&LI CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE TR 及びヨーロッパ特許条約と特許協力条約の締約国である他の国
V-2	国内特許 (他の種類の保護又は取扱いを求める場合には括弧内に記載する。)	JP KR US

THIS PAGE BLANK (USPTO)

特許協力条約に基づく国際出願願書

75866-P-PCT

原本(出願用) - 印刷日時 2001年01月19日 (19.01.2001) 金曜日 11時41分18秒

V-5	指定の確認の宣言 出願人は、上記の指定に加えて、規則4.9(b)の規定に基づき、特許協力条約のもとで認められる他の全ての国の指定を行う。ただし、V-6欄に示した国の指定を除く。出願人は、これらの追加される指定が確認を条件としていること、並びに優先日から15月が経過する前にその確認がなされない指定は、この期間の経過時に、出願人によって取り下げられたものとみなされることを宣言する。		
V-6	指定の確認から除かれる国	なし (NONE)	
VI-1	先の国内出願に基づく優先権主張		
VI-1-1	先の出願日	2000年01月26日 (26.01.2000)	
VI-1-2	先の出願番号	特願2000-017479	
VI-1-3	国名	日本国 JP	
VI-2	優先権 証明書送付の請求 上記の先の出願のうち、右記の番号のものについては、出願書類の認証謄本を作成し国際事務局へ送付することを、受理官庁に対して請求している。	VI-1	
VII-1	特定された国際調査機関(ISA)	日本国特許庁 (ISA/JP)	
VIII	照合欄	用紙の枚数	添付された電子データ
VIII-1	願書	4	-
VIII-2	明細書	8	-
VIII-3	請求の範囲	1	-
VIII-4	要約	1	abst.txt
VIII-5	図面	4	-
VIII-7	合計	18	
VIII-8	添付書類	添付	添付された電子データ
VIII-8	手数料計算用紙	✓	-
VIII-9	別個の記名押印された委任状	✓	-
VIII-16	PCT-EASYディスク	-	フレキシブルディスク
VIII-17	その他	納付する手数料に相当する特許印紙を貼付した書面	-
VIII-17	その他	国際事務局の口座への振込を証明する書面	-
VIII-17	その他	優先権 書類送付請求書	-
VIII-18	要約書とともに提示する図の番号	1	
VIII-19	国際出願の使用言語名:	日本語 (Japanese)	
IX-1	提出者の記名押印		
IX-1-1	氏名(姓名)	石原 詔二	



THIS PAGE BLANK (USPTO)

特許協力条約に基づく国際出願願書

75866-P-PCT

原本（出願用） - 印刷日時 2001年01月19日（19.01.2001）金曜日 11時41分18秒

受理官庁記入欄

10-1	国際出願として提出された書類の実際の受理の日	
10-2	図面：	
10-2-1	受理された	
10-2-2	不足図面がある	
10-3	国際出願として提出された書類を補完する書類又は図面であってその後期間内に提出されたものの実際の受理の日（訂正日）	
10-4	特許協力条約第11条(2)に基づく必要な補完の期間内の受理の日	
10-5	出願人により特定された国際調査機関	ISA/JP
10-6	調査手数料未払いにつき、国際調査機関に調査用写しを送付していない	

国際事務局記入欄

11-1	記録原本の受理の日	
------	-----------	--

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年8月2日 (02.08.2001)

PCT

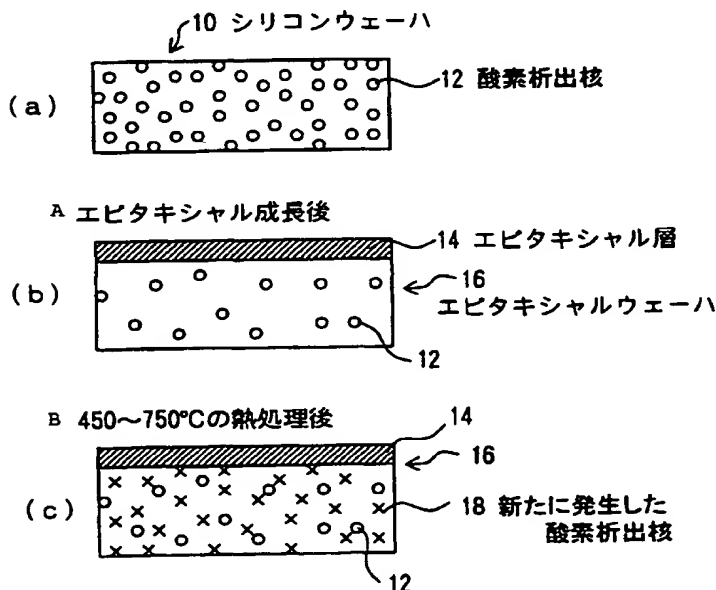
(10) 国際公開番号
WO 01/56071 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/322 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP01/00330 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 竹野 博
(22) 国際出願日: 2001年1月19日 (19.01.2001) (TAKENO, Hiroshi) [JP/JP]; 〒379-0196 群馬県安中市磯部二丁目13番1号 信越半導体株式会社 半導体磯部研究所内 Gunma (JP).
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願2000-017479 2000年1月26日 (26.01.2000) JP (74) 代理人: 石原昭二 (ISHIHARA, Shoji); 〒170-0013 東京都豊島区東池袋3丁目7番8号 若井ビル302号 Tokyo (JP).
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 信越半導体株式会社 (SHIN-ETSU HANDOTAI CO., LTD.) [JP/JP]; 〒100-0005 東京都千代田区丸の内一丁目4番2号 Tokyo (JP). (81) 指定国 (国内): JP, KR, US.
(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING SILICON EPITAXIAL WAFER

(54) 発明の名称: シリコンエピタキシャルウェーハの製造方法



(57) Abstract: An epitaxial wafer having an IG ability to progress oxygen precipitation in a device production step after the step of creating more oxygen precipitation nuclei in an epitaxial wafer by heat-treating, at a temperature of 450-750°C, the epitaxial wafer containing oxygen precipitation nuclei reduced in an epitaxial growing step and a novel method for producing an epitaxial wafer in which the oxygen precipitation is effectively increased even if the wafer is a silicon wafer having relatively low oxygen concentration are disclosed. In the method, the silicon epitaxial wafer having an epitaxial layer formed at a temperature of more than 1000°C on a silicon wafer having a concentration of interstitial oxygen of $4 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ to $10 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ is heat treated at a temperature of 450°C to 750°C.

- 10...SILICON WAFER
12...OXYGEN PRECIPITATION NUCLEUS
A...AFTER EPITAXIAL GROWTH
14...EPITAXIAL LAYER
16...EPITAXIAL WAFER
B...AFTER HEAT TREATMENT AT TEMPERATURE OF 450-750°C
18...NEWLY CREATED OXYGEN PRECIPITATION NUCLEUS

[続葉有]

WO 01/56071 A1



添付公開 類:
— 国際調査報告

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

エピタキシャル成長工程で酸素析出核が減少したエピタキシャルウェーハに対して、450℃～750℃の温度で熱処理を施すことにより新たに酸素析出核を形成させて、その後のデバイス製造工程で酸素析出が進行するようにした IG 能力を有するエピタキシャルウェーハ、特にシリコン基板として比較的低酸素濃度のウェーハを用いても、酸素析出物を効果的に増加させることができるようにしたエピタキシャルウェーハの新規な製造方法を提供する。格子間酸素濃度が $4 \times 10^{17}/\text{cm}^3 \sim 10 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ のシリコン基板に 1000℃以上の温度でエピタキシャル層を形成したシリコンエピタキシャルウェーハに対して、450℃～750℃の温度で熱処理を施すようにした。

明 細 書

シリコンエピタキシャルウェーハの製造方法

5 技術分野

本発明は、インターナルゲッタリング能力を有するシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法に関する。

背景技術

- 10 従来、一般に IC や LSI 等の半導体装置を作製する半導体ウェーハとしては、チョクラルスキー法（CZ 法）によって育成したシリコン単結晶からウェーハを切り出し、表面を鏡面研磨して製造したシリコン単結晶ウェーハ（CZ シリコン鏡面ウェーハ）が用いられる。CZ 法で育成した単結晶中には過飽和の格子間酸素が含まれており、結晶引き上げ工程中の固
- 15 化してから室温まで冷却されるまでの熱履歴の間に、格子間酸素は析出され、酸素析出核が形成される。IC 等の製造工程において熱処理が施されると、この酸素析出核が成長して酸素析出が進行し、半導体ウェーハ内部に酸素析出物に起因する微小欠陥が発生する。

- このような酸素析出物による微小欠陥は、半導体ウェーハの内部領域
- 20 （バルク領域）に存在する場合には、いわゆるインターナルゲッタリング（Internal Gettering: IG）により重金属不純物等を捕獲するゲッターサイトとして働き、好適である。しかし、半導体ウェーハの表面近傍のデバイス作製領域に存在すると、デバイス特性の劣化が生じて、歩留まりに直接悪影響を及ぼすことが知られている。

- 25 近年、半導体ウェーハ表面近傍の半導体デバイスの作製領域を無欠陥化するために、CZ シリコン鏡面ウェーハ（以下シリコンウェーハ又はシ

リコン基板ということがある)に変わって、CZ シリコン鏡面ウェーハ上に気相成長によってシリコン単結晶を堆積させたエピタキシャルウェーハの需要が高まっている。図6(a)に示すごとく、CZ シリコン鏡面ウェーハ10では、結晶引き上げ工程において結晶が固化してから室温まで冷却される間に、多数の酸素析出核12が形成されるため、半導体デバイスの製造工程でその析出核が成長することにより、酸素析出が進行する。

しかし、エピタキシャル層14を成長させたエピタキシャルウェーハ16では、エピタキシャル成長工程が1000℃以上の高温であるために、図6(b)に示すごとく、CZ 結晶の引き上げ工程で形成された多数の酸素析出核12がエピタキシャル成長工程で溶体化して、半導体デバイスの製造工程での酸素析出がCZ 鏡面ウェーハと比較して抑制される。従って、エピタキシャルウェーハではIG能力が低下することに問題があった。この問題を解決するための従来技術としては、サンドブラスト(SB)法や裏面にポリシリコン膜を堆積させる方法(PBS法)等のイクスターナルゲッタリング(External Gettering: EG)手法が挙げられる。

このようなEG手法であると、半導体デバイスの作製領域(表面)とゲッタリングサイト(裏面)との距離が遠くなり、不純物を捕獲するのに時間がかかることが問題となる。この事情は、半導体デバイスの製造工程が低温化すると、不純物が裏面まで拡散するために必要な時間が長くなるため、さらに顕著となる。

従って、半導体デバイスの作製領域(表面)とゲッタリングサイト(バルク)との距離が近いIG手法を用いることが望ましい。しかし、エピタキシャルウェーハでは、半導体デバイスの製造工程での酸素析出がCZ 鏡面ウェーハと比較して抑制されるために、IG能力が劣るという問題があった。

一方、エピタキシャルウェーハに I G 処理を施す技術としては特許第 2 7 2 5 4 6 0 号公報に記載のものが知られている。しかし、特許第 2 7 2 5 4 6 0 号公報記載の技術によれば、酸素濃度がかなり高い($16 \sim 19 \times 10^{17}/\text{cm}^3$)シリコン基板を対象としたものであるため、酸素析出が過多になり、基板強度が低下する可能性がある。また、当該公知技術によれば、主として S b が高濃度にドーブされたウェーハを対象としているものであるため、S b 濃度が高い結晶を引き上げる必要があるが、その際、シリコン融液からの酸素の蒸発により、引き上げた結晶のトップからボトムにかけての酸素濃度が激減してしまうという問題があった。従って、
5
10
このような高酸素濃度のウェーハに限定すると、引き上げ結晶のごく一部からしかウェーハを作製することができず、生産性が悪化するという新たな問題が生じてしまう。

発明の開示

15 本発明はこのような従来技術における問題点に鑑みなされたもので、エピタキシャル成長工程で酸素析出核が減少したエピタキシャルウェーハに対して、 $450^\circ\text{C} \sim 750^\circ\text{C}$ の温度で熱処理を施すことにより新たに酸素析出核を形成させて、その後のデバイス製造工程で酸素析出が進行するようにした I G 能力を有するエピタキシャルウェーハ、特にシリコン基板
20
として比較的 low 酸素濃度のウェーハを用いても、酸素析出物を効果的に増加させることができるようにしたエピタキシャルウェーハの新規な製造方法を提供することを目的とする。

本発明のシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法は、格子間酸素濃度が $4 \times 10^{17}/\text{cm}^3 \sim 10 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ のシリコン基板に 1000°C 以上の温度でエ
25
ピタキシャル層を形成したシリコンエピタキシャルウェーハに対して、 $450^\circ\text{C} \sim 750^\circ\text{C}$ の温度で熱処理を施すことを特徴とする。上記格子間酸素

濃度が $6 \times 10^{17}/\text{cm}^3 \sim 10 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ であるのがさらに好ましい。この格子間酸素濃度が $4 \times 10^{17} \text{ atoms}/\text{cm}^3$ 好ましくは $6 \times 10^{17} \text{ atoms}/\text{cm}^3$ に達しないと酸素析出核が形成されにくい。格子間酸素濃度が $10 \times 10^{17} \text{ atoms}/\text{cm}^3$ を超えると多量の酸素析出核が形成されるために、デバイス製造工程で酸素析出が
5 過多となりウェーハの変形が生じる可能性が高くなる。なお、上記した格子間酸素濃度の単位は、日本電子工業振興会（J E I D A）の基準を用いて示されている。

上記熱処理温度としては $500^\circ\text{C} \sim 700^\circ\text{C}$ がさらに好ましい。この熱処理温度が 450°C 好ましくは 500°C 未満であると格子間酸素の拡散が極端に遅
10 くなり酸素析出核が形成されにくい。また、熱処理温度が 750°C 好ましくは 700°C を超えると格子間酸素の過飽和度が低くなるため酸素析出核が形成されにくい。

上記した $450^\circ\text{C} \sim 750^\circ\text{C}$ の熱処理の時間は 30 分～24 時間の範囲で行うのが好適である。酸素析出核の形成にはこの熱処理を少なくとも 30 分
15 うことが必要であり、一方この熱処理を 24 時間を超えて行うことは生産性の低下という問題が生じてしまう。この熱処理時間の好ましい範囲は 1～8 時間である。

また、本発明方法においては、N型で析出しにくいことが知られている抵抗率が $0.02\Omega\text{-cm}$ 以下のシリコン基板（エピタキシャル層を形成する
20 ウェーハ）や、P型の $0.02\Omega\text{-cm}$ 以下のシリコン基板を用いたエピタキシャルウェーハに対して、 $450^\circ\text{C} \sim 750^\circ\text{C}$ の温度で熱処理を施すことにより、より効果的に酸素析出核を形成させることができる。上記基板のドーパントとしては、ボロン（B）、ヒ素（As）又はアンチモン（Sb）を用いるのが好適である。

25

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明方法のエピタキシャルウェーハの製造方法を工程順に示すシリコンウェーハの断面図である。

図 2 は、実験例 1 における熱処理温度とエピタキシャルウェーハの内部欠陥密度の関係を示すグラフである。

5 図 3 は、実験例 2 における熱処理温度とエピタキシャルウェーハの内部欠陥密度の関係を示すグラフである。

図 4 は、実験例 3 における熱処理温度とエピタキシャルウェーハの内部欠陥密度の関係を示すグラフである。

10 図 5 は、実験例 4 における熱処理温度とエピタキシャルウェーハの内部欠陥密度の関係を示すグラフである。

図 6 は、従来のエピタキシャルウェーハの製造方法を工程順に示すシリコンウェーハの断面図である。

発明を実施するための最良の形態

15 以下に本発明の実施形態を添付図面中、図 1 に基づいて説明する。

図 1 (a) 及び (b) は、前述した従来のエピタキシャルウェーハの製造方法と同様であり、シリコンウェーハ 10 には CZ 結晶の引き上げ工程で形成された多数の酸素析出核 12 が存在する〔図 1 (a)〕が、このシリコンウェーハ 10 上にエピタキシャル成長工程において 1000℃以上、例えば 1100～1150℃程度の高温処理によってエピタキシャル層 14 を成長させると、多数の酸素析出核 12 が溶体化し、酸素析出核 12 の数は大幅に減少してしまう〔図 1 (b)〕。

本発明の特徴的工程は図 1 (c) に示されるごとく、この酸素析出核 12 の減少したエピタキシャルウェーハ 16 に対して 450℃～750℃の熱処理を少なくとも 30 分施すことによって多数の酸素析出核 18 を新たに発生させることである。このように新たに多数の酸素析出核 18 をさせ

25

ておくことによって、その後のデバイス製造工程で酸素析出が進行し、IG 能力の低下のないエピタキシャルウェーハを得ることができるものである。

実施例

- 5 以下に実験例をあげて本発明をさらに具体的に説明する。尚、本実験例に用いたシリコン基板の酸素濃度は、不活性ガス融解法による測定値を、通常抵抗率（1～20Ω-cm）の基板を用いて求められたフーリエ交換赤外分光法と不活性ガス融解法との相関関係に基づいて換算されたものであり、酸素濃度の単位は、日本電子工業振興会（JEIDA）の基準を用いたものである。

（実験例 1）

- 抵抗率が約 10、0.016 及び 0.008Ω-cm の B ドープシリコン基板を準備した。基板直径は 8 インチ、結晶方位は<100>、初期酸素濃度は $6 \sim 8 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ （12～16ppma）である。これらのシリコン基板上に、エピタキシャル成長（以下、エピ成長ということがある）によりシリコン単結晶を堆積させて、1100℃のエピタキシャルウェーハを作製した。このエピタキシャルウェーハに対して、400℃から 800℃の間の温度で 4 時間の熱処理を施した。その後、800℃/4 時間+1000℃/16 時間の酸素析出熱処理を施して、内部欠陥密度を赤外散乱トモグラフ法により評価した。装置は、三井金属鉱業社製 M0-401 を用いた。

- 図 2 にエピ成長後の熱処理温度と内部欠陥密度との関係を示す。これを見ると温度に依存して内部欠陥密度が高くなっており、450～750℃、特に 500～700℃で密度が高くなっている。さらに基板抵抗率が低いほど熱処理の効果が大きくなっている。内部欠陥密度の約 $2 \times 10^{10}/\text{cm}^3$ は本測定条件での検出上限である。これより高い密度の場合は、欠陥が重なり合うために区別できなくなる。

(実験例 2)

実験例 1 で準備したエピタキシャルウェーハの中で、基板抵抗率が 0.016 及び 0.008 Ω -cm のエピタキシャルウェーハに対して、400℃から 800℃の間の温度で 30 分の熱処理を施した。その後、実験例 1 と同様に 5 800℃/4 時間+1000℃/16 時間の酸素析出熱処理を施して、内部欠陥密度を赤外散乱トモグラフィ法により評価した。

図 3 にエピ成長後の熱処理温度と内部欠陥密度との関係を示す。温度に依存して、内部欠陥密度が高くなっている。さらに基板抵抗率が低いほど熱処理の効果が大きくなっている。このことから、エピ成長後の熱 10 処理時間が 30 分でも十分に効果があることがわかる。

(実験例 3)

抵抗率が 0.012 及び 0.009 Ω -cm の As ドープシリコン基板を準備した。基板直径は 6 インチ、結晶方位は<100>、初期酸素濃度は $7 \sim 9 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ (14~18ppma)である。これらのシリコン基板上に、1100℃のエ 15 ピタキシャル成長によりシリコン単結晶を堆積させて、エピタキシャルウェーハを作製した。このエピタキシャルウェーハに対して、400℃から 800℃の間の温度で 4 時間の熱処理を施した。その後、800℃/4 時間+1000℃/16 時間の酸素析出熱処理を施して、内部欠陥密度を赤外散乱トモグラフィ法により評価した。

20 図 4 にエピ成長後の熱処理温度と内部欠陥密度との関係を示す。温度に依存して、内部欠陥密度が高くなっている。このことから、エピ成長後の熱処理は As ドープ基板に対しても効果があることがわかる。

(実験例 4)

抵抗率が 0.02 Ω -cm の Sb ドープシリコン基板を準備した。基板直径は 25 8 インチ、の結晶方位は<100>、初期酸素濃度は $8 \sim 10 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ (16~20ppma)である。このシリコン基板上に、1100℃のエピタキシャル成長に

よりシリコン単結晶を堆積させて、エピタキシャルウェーハを作製した。このエピタキシャルウェーハに対して、400℃から 800℃の間の温度で 12 時間の熱処理を施した。その後、800℃/4 時間+1000℃/16 時間の酸素析出熱処理を施して、内部欠陥密度を赤外散乱トモグラフィ法により評価した。

図 5 にエピ成長後の熱処理温度と内部欠陥密度との関係を示す。温度に依存して、内部欠陥密度が高くなっている。このことから、エピ成長後の熱処理は Sb ドープ基板に対しても効果があることがわかる。

(比較例 1)

10 実験例 1～4 と同じ条件でエピタキシャルウェーハを作製した後に、400℃から 800℃の熱処理を行わずに、800℃/4 時間+1000℃/32 時間の酸素析出熱処理を施して、内部欠陥密度を赤外散乱トモグラフィ法により評価した。その結果、何れの基板抵抗率のエピタキシャルウェーハにおいても、内部欠陥密度は $10^6/\text{cm}^3$ オーダー以下となった。

15 上述した実験例 1～4 及び比較例 1 の結果から、シリコンエピタキシャルウェーハに 450℃～750℃、好ましくは 500℃～700℃の熱処理を施すことにより、内部欠陥密度を高くできることがわかった。また、何れのドーパントの場合も効果があることがわかった。さらに、B ドープの場合は、基板抵抗率が低いほど効果的であることがわかった。

20

産業上の利用可能性

以上述べたごとく、本発明によれば、シリコンエピタキシャルウェーハに対して、450℃～750℃の温度で熱処理を施すことにより、IG 能力を有するエピタキシャルウェーハ、特にシリコン基板として比較的低酸素濃度のウェーハを用いても酸素析出物を効果的に増加させることができるエピタキシャルウェーハを製造できるものである。

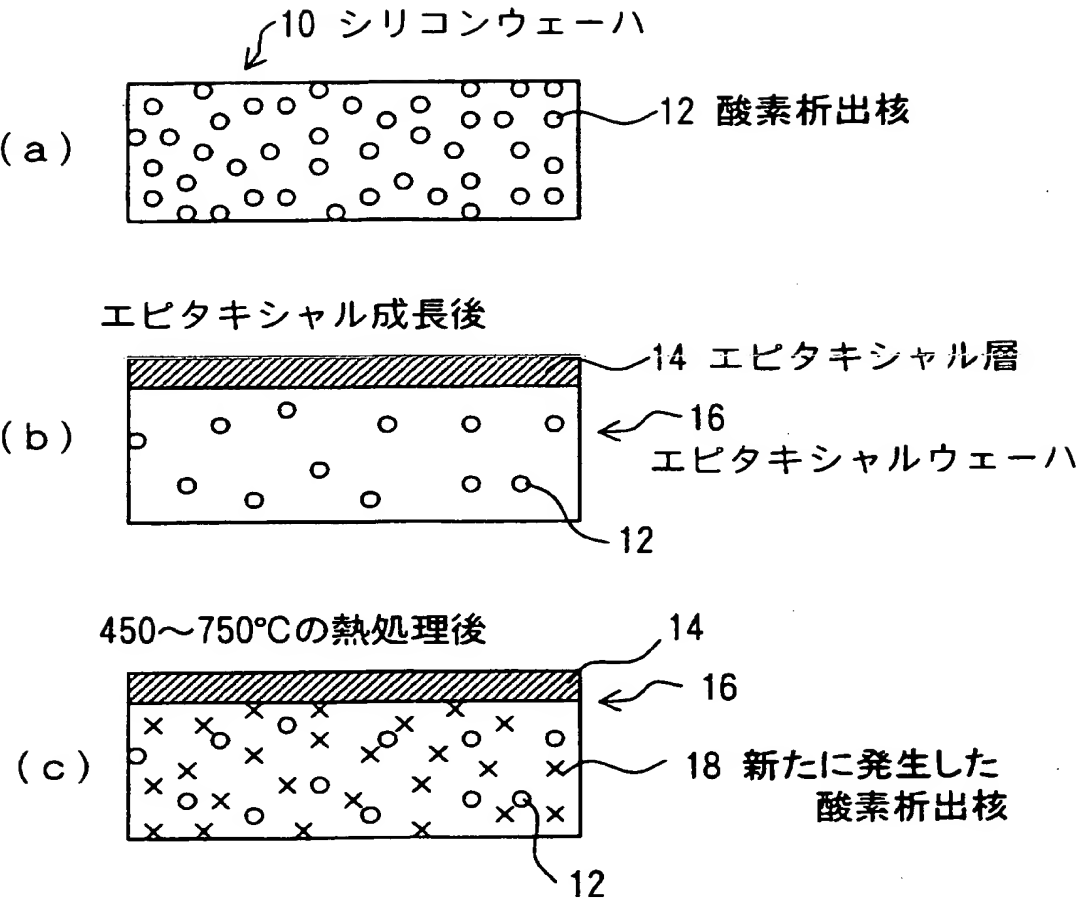
25

請 求 の 範 囲

1. 格子間酸素濃度が $4 \times 10^{17}/\text{cm}^3 \sim 10 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ のシリコン基板に 1000°C 以上の温度でエピタキシャル層を形成したシリコンエピタキシャルウェーハに対して、 $450^\circ\text{C} \sim 750^\circ\text{C}$ の温度で熱処理を施すことを特徴とするシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法。
2. 前記格子間酸素濃度が $6 \times 10^{17}/\text{cm}^3 \sim 10 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ であることを特徴とする請求項 1 に記載のシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法。
- 10 3. 前記熱処理を $500^\circ\text{C} \sim 700^\circ\text{C}$ で行うことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法。
4. 前記エピタキシャルウェーハの基板抵抗率が $0.02\Omega\text{-cm}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載のシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法。
- 15 5. 前記エピタキシャルウェーハの基板のドーパントがボロン、ヒ素又はアンチモンであることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載のシリコンエピタキシャルウェーハの製造方法。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

図1



THIS PAGE BLANK (USPTO)

2/4

図2

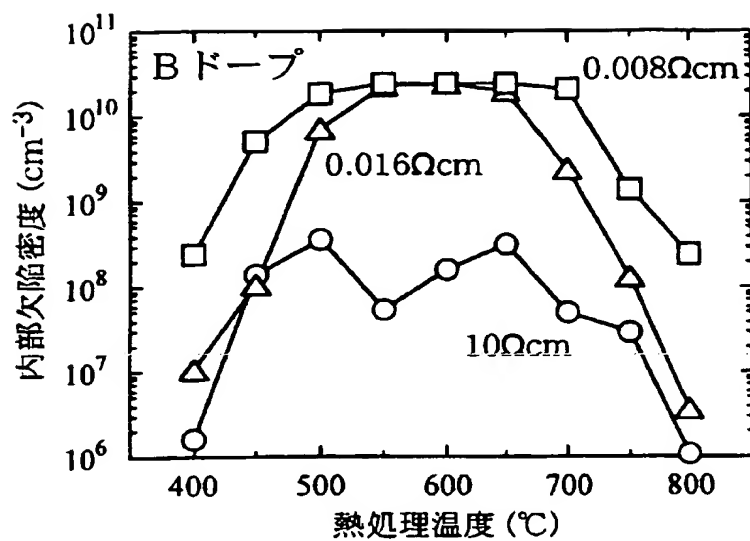
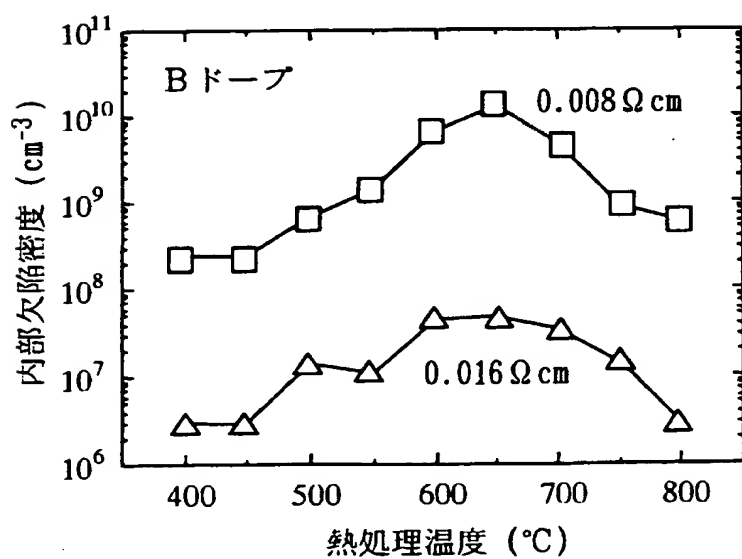


図3



THIS PAGE BLANK (USPTO)

3/4

図4

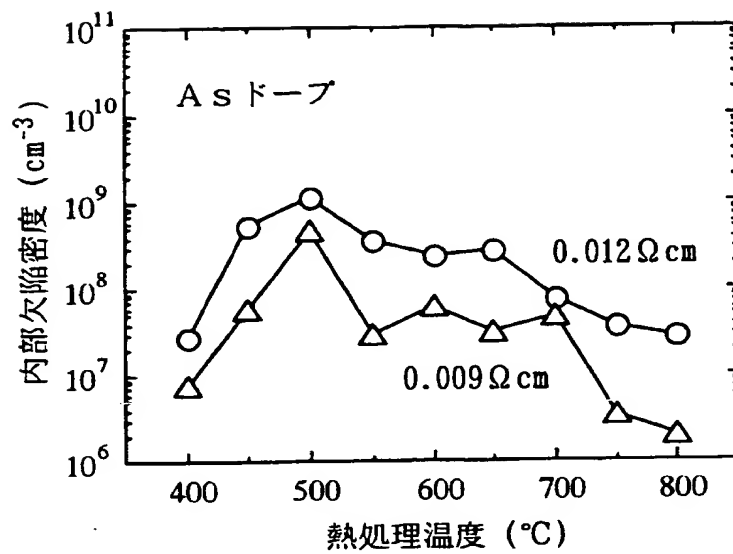
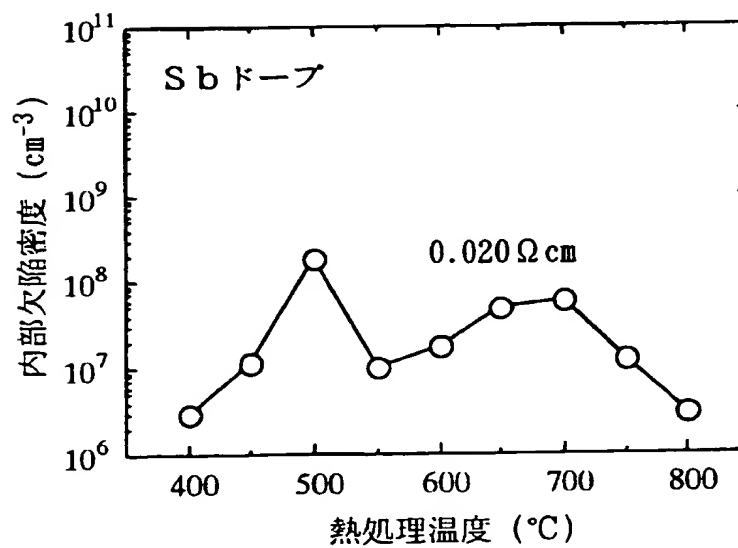
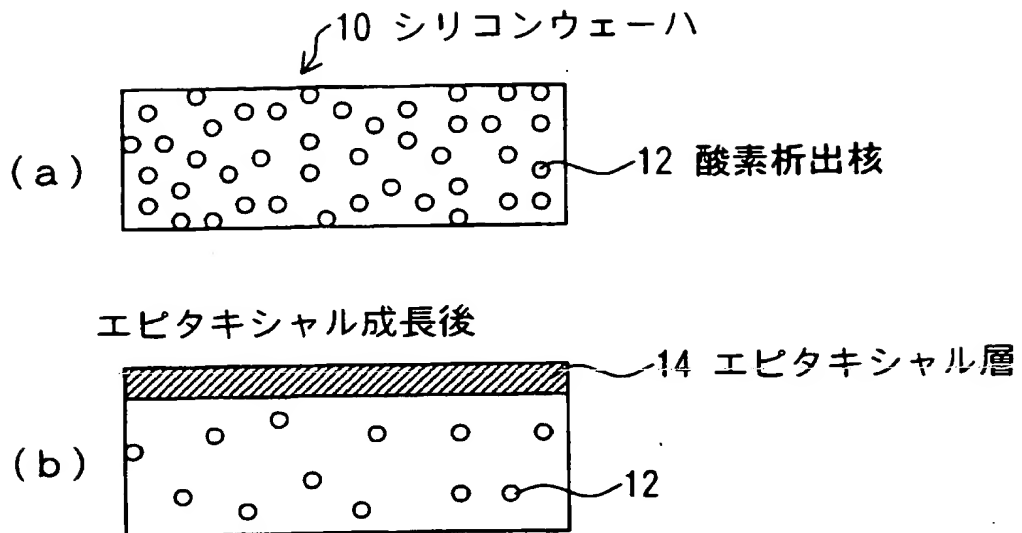


図5



THIS PAGE BLANK (USPTO)

図6



THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/00330

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01L21/322

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01L21/322Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 1-272109, A (Hitachi, Ltd.), 31 October, 1989 (31.10.89), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-5
Y	JP, 60-198735, A (Matsushita Electronic Corporation), 08 October, 1985 (08.10.85), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-5
Y	JP, 11-204534, A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 30 July, 1999 (30.07.99), Full text; Figs. 1 to 9 (Family: none)	1-5
Y	JP, 11-283987, A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 15 October, 1999 (15.10.99), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
05 April, 2001 (05.04.01)Date of mailing of the international search report
17 April, 2001 (17.04.01)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl⁷ H01L21/322

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl⁷ H01L21/322

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2001年
 日本国登録実用新案公報 1994-2001年
 日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 1-272109, A (株式会社日立製作所) 31. 10月. 1989 (31. 10. 89) 全文, 第1-4図 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP, 60-198735, A (松下電子工業株式会社) 8. 10月. 1985 (08. 10. 85) 全文, 第1図 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP, 11-204534, A (住友金属工業株式会社) 30. 7月. 1999 (30. 07. 99)	1-5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05. 04. 01

国際調査報告の発送日

17.04.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

宮崎園子

4L

9277

電話番号 03-3581-1101 内線 3498

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	全文, 第1-9図 (ファミリーなし) JP, 11-283987, A (住友金属工業株式会社) 15. 10月. 1999 (15. 10. 99) 全文, 第1図 (ファミリーなし)	1-5

E P ・ U S

P C T

国際調査報告

(法 8 条、法施行規則第40、41条)
〔P C T 1 8 条、P C T 規則43、44〕

出願人又は代理人 の書類記号 75866-P-PCT	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(P C T / I S A / 2 2 0) 及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 P C T / J P 0 1 / 0 0 3 3 0	国際出願日 (日.月.年) 1 9 . 0 1 . 0 1	優先日 (日.月.年) 2 6 . 0 1 . 0 0
出願人 (氏名又は名称) 信越半導体株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条 (P C T 1 8 条) の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない (第 I 欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している (第 II 欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第 III 欄に示されているように、法施行規則第47条 (P C T 規則38.2(b)) の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から 1 カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 1 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H01L21/322

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H01L21/322

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2001年
日本国登録実用新案公報 1994-2001年
日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 1-272109, A (株式会社日立製作所) 31. 10月. 1989 (31. 10. 89) 全文, 第1-4図 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP, 60-198735, A (松下電子工業株式会社) 8. 10月. 1985 (08. 10. 85) 全文, 第1図 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP, 11-204534, A (住友金属工業株式会社) 30. 7月. 1999 (30. 07. 99)	1-5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 05. 04. 01

国際調査報告の発送日 17.04.01

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
宮崎園子



4 L 9277

電話番号 03-3581-1101 内線 3498

THIS PAGE BLANK (USPTO)

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	全文, - 第 1 - 9 図 (ファミリーなし) JP, 11-283987, A (住友金属工業株式会社) 15. 10月. 1999 (15. 10. 99) 全文, 第 1 図 (ファミリーなし)	1 - 5

THIS PAGE BLANK (USPTO)